

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Современная тепловая электрическая станция**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Газотурбинные и парогазовые технологии на ТЭС**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Дудолин А.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rb94958b9-DudolinAA-83802984 |

А.А. Дудолин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Бураков И.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32 |

И.А.  
Бураков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Дудолин А.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rb94958b9-DudolinAA-83802984 |

А.А.  
Дудолин

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в разработке проектов энергетических объектов, в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов

ИД-1 Демонстрирует возможность разрабатывать проекты и проектные решения энергетических объектов, участвует в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
2. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
3. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)
4. Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

## 9 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)
- КМ-1 Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции» (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)
- КМ-2 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)
- КМ-3 Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)
- КМ-4 Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)
- КМ-6 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
- КМ-7 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
- КМ-8 Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная работа)
- КМ-13 Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Раздел дисциплины                                             | Веса контрольных мероприятий, % |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                                               | Индекс КМ:                      | К М-1 | К М-1 | К М-2 | К М-2 | К М-3 | К М-3 | К М-4 | К М-4 | К М-5 | К М-6 | К М-7 | К М-8 | К М-13 |
|                                                               | Срок КМ:                        | 4     | 4     | 8     | 8     | 13    | 12    | 15    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 18     |
| Введение в курс                                               |                                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Введение в курс                                               |                                 |       | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | +      |
| Структуры электроэнергии в России                             |                                 |       | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | +      |
| ГТУ простой тепловой схемы                                    |                                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| ГТУ простой тепловой схемы                                    |                                 |       |       |       |       | +     |       |       | +     |       |       |       |       |        |
| Устройство и принцип действия простых газотурбинных установок |                                 |       | +     | +     |       | +     |       |       | +     |       |       |       |       | +      |

|                                                                        |      |   |   |      |   |      |      |   |      |      |      |      |   |
|------------------------------------------------------------------------|------|---|---|------|---|------|------|---|------|------|------|------|---|
| Основные технико-экономические показатели ГТУ                          |      |   |   |      |   |      |      |   |      |      |      |      |   |
| Основные технико-экономические показатели ГТУ                          |      |   |   |      | + |      |      | + |      |      |      |      |   |
| Основные этапы проектирования ГТУ                                      |      |   |   |      |   | +    | +    |   | +    |      |      | +    |   |
| Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ |      |   |   |      |   |      |      |   |      |      |      |      |   |
| Высокотемпературные энергетические ГТУ. Основные узлы и устройство ГТУ | +    |   |   | +    |   | +    | +    |   | +    | +    | +    | +    |   |
| Основные узлы и устройство ГТУ                                         |      | + | + |      |   |      |      |   |      |      |      |      | + |
| Пути повышения экономических показателей ГТУ                           |      |   |   |      |   |      |      |   |      |      |      |      |   |
| Пути повышения экономических показателей ГТУ                           |      |   |   |      |   | +    | +    |   | +    |      |      | +    |   |
| Выбор рациональной величины степени регенерации                        |      |   |   |      |   | +    | +    |   | +    |      |      | +    |   |
| Вес КМ:                                                                | 12,5 | 0 | 0 | 12,5 | 0 | 12,5 | 12,5 | 0 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 0 |

### 10 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)
- КМ-2 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)
- КМ-3 Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)
- КМ-4 Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)
- КМ-6 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)
- КМ-7 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)
- КМ-8 Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                                                       | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                         | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                                                                         | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 13   | 12   | 15   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   |
| Тепловые схемы и циклы паросиловых установок                            |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Тепловые схемы и циклы паросиловых установок                            | +                               | +    |      |      | +    | +    |      | +    | +    | +    | +    |
| Основные экономические показатели                                       |                                 |      |      | +    |      |      | +    |      |      |      |      |
| Комбинированная выработка электроэнергии и тепла                        |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Комбинированная выработка электроэнергии и тепла                        | +                               | +    |      |      |      |      |      |      | +    | +    | +    |
| Показатели качества работы ТЭЦ                                          | +                               | +    |      |      |      |      |      |      | +    | +    |      |
| Особенности паросиловых установок АЭС                                   |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Особенности паросиловых установок АЭС                                   |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | +    |
| Основные узлы и устройство паровых турбин. Основные типы паровых турбин | +                               | +    |      |      |      |      |      |      | +    | +    |      |
| Вес КМ:                                                                 |                                 | 12,5 | 12,5 | 0    | 12,5 | 12,5 | 0    | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                           | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2               | ИД-1ПК-2 Демонстрирует возможность разрабатывать проекты и проектные решения энергетических объектов, участвует в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов | Знать:<br>основные типы энергетических установок и их место в энергетике<br>теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки<br>теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок<br>Уметь:<br>рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок<br>рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред | <p>КМ-1 Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции» (Тестирование)</p> <p>КМ-2 Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-4 Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-5 Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-6 Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ» (Коллоквиум)</p> <p>КМ-7 Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ» (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-8 Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок» (Тестирование)</p> <p>КМ-9 Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-10 Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии» (Тестирование)</p> <p>КМ-11 Тест «Особенности паросиловых установок АЭС» (Тестирование)</p> <p>КМ-12 Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки» (Контрольная</p> |

|  |  |  |                                                                                                       |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | работа)<br>КМ-13 Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство<br>паровой турбины» (Коллоквиум) |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|



## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### 9 семестр

#### КМ-1. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит две задачи. Время выполнения - не более 60 минут.

#### Краткое содержание задания:

##### Задача 1

Как изменяться удельная работа сжатия, внутренняя мощность компрессора простой энергетической ГТУ и температура воздуха за ним, а также расход топлива, подаваемого в КС, при повышении температуры окружающего воздуха с 10 до 25°C и сохранении неизменными степени расширения в ГТ  $\delta=22$  и температуры газа перед турбиной  $t_c=1250^\circ\text{C}$ . Расход продуктов сгорания через проточную часть турбины составляет 194,2 кг/с.

Потери давления в камере сгорания  $\Delta p_{кс}=46$  кПа, за ГТ  $\Delta p_{дт}=2$  кПа; остальными гидравлическими сопротивлениями пренебречь. Барометрическое давление  $B=740$  мм рт.ст.

Изобразить на одной  $T,s$ -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после изменения температуры воздуха) согласно исходным данным.

Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и продуктов сгорания не зависящими от температуры.

##### Задача 2

Определить удельную полезную работу, коэффициент полезной работы и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности.

Для расчета заданы следующие величины:

$$t_a=0;$$

$$\tau=5,5;$$

$$\lambda=0,94.$$

Определить во сколько раз степень повышения давления, при которой достигается максимум удельной полезной работы, меньше степени повышения давления, при которой достигается максимальная эффективность ГТУ.

Изобразить зависимости удельной полезной работы и коэффициента полезной работы от степени повышения давления в компрессоре.

Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и продуктов сгорания не зависящими от температуры.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине        | Вопросы/задания для проверки                                          |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, | 1.Изобразить на одной $T,s$ -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после |

|                                                   |                                                          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                             |
| происходящих в элементах паросиловых установок    | изменения температуры воздуха) согласно исходным данным. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если обе задачи решены полностью и верно, без недочетов и правильно изображены требуемые зависимости; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задачи решены в целом верно и правильно изображены требуемые зависимости: либо не доделано не более 10% какой-либо задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях одной из задач, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в целом верно изображены требуемые зависимости или отсутствуют требуемые зависимости в какой-либо из задач и либо правильно решено не менее 80% каждой задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки в одной из задач, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях каждой из задач, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не правильно изображены или отсутствуют требуемые зависимости и правильно решено менее 80% каждой из задач, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в каждой из задач.

#### **КМ-1. Тест «Энергетика и электрогенерирующие станции»**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - не более 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---------------------------------------------------|------------------------------|

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                         | результаты                                                                | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                       |                       |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|--------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----|-----|----|----|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Знать: основные типы энергетических установок и их место в энергетике     |                                                                           | <div>Последовательность этапов производства энергии: * 5 баллов</div> <table><thead><tr><th></th><th>Этап 1</th><th>Этап 2</th><th>Этап 3</th><th>Этап 4</th><th>Этап 5</th></tr></thead><tbody><tr><td>- передача вторичной энергии потребителям;</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>- получение и концентрация энергетических ресурсов;</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную;</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>- передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам;</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>- потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде;</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></tbody></table> <div>1.</div> <div>Доля энергетических установок в структуре установленной мощности ТЭС ЕЭС России. * 3 балла</div> <table><thead><tr><th></th><th>78%</th><th>16%</th><th>5%</th><th>1%</th></tr></thead><tbody><tr><td>ГТУ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПТУ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПГУ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></tbody></table> <div>2.</div> <div>Электрические станции, работающее на возобновляемых источниках энергии: * 10 баллов</div> <div><input type="checkbox"/> КЭС</div> <div><input type="checkbox"/> ТЭЦ</div> <div><input type="checkbox"/> ВЭС</div> <div><input type="checkbox"/> СЭС</div> <div><input type="checkbox"/> ГеоТЭС</div> <div><input type="checkbox"/> ГЭС</div> <div><input type="checkbox"/> ТЭС</div> <div><input type="checkbox"/> приливная ЭС</div> <div>3.</div> <div>Частота электрического тока в энергосистеме России составляет ... Гц. * 5 баллов</div> <div>Мой ответ</div> <div>4.</div> <div>Расшифруйте аббревиатуру ПГУ: * 5 баллов</div> <div>Мой ответ</div> <div>5.</div> |                       | Этап 1                | Этап 2                | Этап 3                | Этап 4 | Этап 5 | - передача вторичной энергии потребителям; | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | - получение и концентрация энергетических ресурсов; | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | - преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную; | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | - передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам; | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | - потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде; | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  | 78% | 16% | 5% | 1% | ГТУ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПТУ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПГУ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|                                                                           |                                                                           | Этап 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Этап 2                | Этап 3                | Этап 4                | Этап 5                |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                           | - передача вторичной энергии потребителям;                                | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                           | - получение и концентрация энергетических ресурсов;                       | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                           | - преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную; | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| - передача энергетических ресурсов к преобразующим установкам;            | <input type="radio"/>                                                     | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| - потребление доставленной энергии в полученном или преобразованном виде; | <input type="radio"/>                                                     | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                           | 78%                                                                       | 16%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5%                    | 1%                    |                       |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ГТУ                                                                       | <input type="radio"/>                                                     | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ПТУ                                                                       | <input type="radio"/>                                                     | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ПГУ                                                                       | <input type="radio"/>                                                     | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |                       |        |        |                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                           |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |    |    |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |

| Запланированные<br>обучения по дисциплине | результаты            | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |                       |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                           |                       | <div>Доля ЭС в структуре установленной мощности электростанций ЕЭС России. * 4 балла</div> <table><tr><td></td><td>65-68%</td><td>18-22%</td><td>10...12%</td><td>1...1,5%</td></tr><tr><td>ТЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ГЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>АЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ВЭС и СЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table> <div>6.<div>Паротурбинные установки являются основой: * 8 баллов</div><div><input type="checkbox"/> КЭС и ТЭЦ</div><div><input type="checkbox"/> ПГУ-КЭС и ПГУ-ТЭЦ</div><div><input type="checkbox"/> ГТЭС и ГТУ-ТЭЦ</div><div><input type="checkbox"/> ВЭС и СЭС</div><div><input type="checkbox"/> ГЭС</div></div> <div>7.<div>Электростанции, работающие на органическом топливе: * 10 баллов</div><div><input type="checkbox"/> ВЭС</div><div><input type="checkbox"/> ГеоТЭС</div><div><input type="checkbox"/> ГЭС</div><div><input type="checkbox"/> СЭС</div><div><input type="checkbox"/> ТЭС</div><div><input type="checkbox"/> КЭС</div><div><input type="checkbox"/> АЭС</div><div><input type="checkbox"/> ТЭЦ</div></div> <div>8.<div>К первичным видам энергии относятся: * 10 баллов</div><div><input type="checkbox"/> механическая энергия воды</div><div><input type="checkbox"/> энергия деления ядер атомов</div><div><input type="checkbox"/> электрическая энергия</div><div><input type="checkbox"/> энергия солнечного излучения</div><div><input type="checkbox"/> электрическая энергия и тепло</div><div><input type="checkbox"/> глубинное тепло Земли</div><div><input type="checkbox"/> химическая энергия топлива</div></div> <div>9.<div>Первичные энергоресурсы, занимающие лидирующее положение по потреблению для производства электроэнергии в стране. * 5 баллов</div><table><tr><td></td><td>Твердое топливо</td><td>Газообразное топливо</td><td>Жидкое топливо</td><td>Ядерное топливо</td><td>Гидроэнергия</td></tr><tr><td>Исландия</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>Китай</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>Россия</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>Германия</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>Франция</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table></div> <div>10.</div> |                       | 65-68%                | 18-22%                | 10...12% | 1...1,5% | ТЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ГЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | АЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ВЭС и СЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  | Твердое топливо | Газообразное топливо | Жидкое топливо | Ядерное топливо | Гидроэнергия | Исландия | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Китай | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Россия | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Германия | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Франция | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|                                           | 65-68%                | 18-22%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10...12%              | 1...1,5%              |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| ТЭС                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| ГЭС                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| АЭС                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| ВЭС и СЭС                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                           | Твердое топливо       | Газообразное топливо                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Жидкое топливо        | Ядерное топливо       | Гидроэнергия          |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| Исландия                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| Китай                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| Россия                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| Германия                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |
| Франция                                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |          |          |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |  |                 |                      |                |                 |              |          |                       |                       |                       |                       |                       |       |                       |                       |                       |                       |                       |        |                       |                       |                       |                       |                       |          |                       |                       |                       |                       |                       |         |                       |                       |                       |                       |                       |

| Запланированные<br>обучения по дисциплине                                                              | результаты              | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                           |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|--------|--------|----------|------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                                                                        |                         | <div>11. Электрическая станция, предназначенная для производства: * 6 баллов</div> <table><tr><td></td><td>механической<br/>энергии</td><td>тепловой<br/>энергии</td><td>электрической<br/>энергии</td><td>электроэнергии<br/>и тепла</td><td>химической<br/>энергии</td><td>ядер-<br/>энерг</td></tr><tr><td>АЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>КЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>СЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ВЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ГЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ТЭЦ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table> <div>12. Электростанция, преобразующая: * 5 баллов</div> <table><tr><td></td><td>АЭС</td><td>ГЭС</td><td>КЭС</td><td>ТЭС</td><td>ТЭЦ</td></tr><tr><td>химическую<br/>энергию<br/>топлива в<br/>электрическую<br/>энергию</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>механическую<br/>энергию воды в<br/>электрическую<br/>энергию</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>химическую<br/>энергию<br/>топлива в<br/>электрическую<br/>энергию или<br/>электрическую<br/>энергию и тепло</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>энергию<br/>деления ядер<br/>атомов в<br/>электрическую<br/>энергию</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>химическую<br/>энергию<br/>топлива в<br/>электрическую<br/>энергию и тепло</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table> <div>13. Доля ЭС в структуре производства электроэнергии в ЕЭС России. * 4 балла</div> <table><tr><td></td><td>58-62%</td><td>19-21%</td><td>17...20%</td><td>менее 0,5%</td></tr><tr><td>АЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ГЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ВЭС и СЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ТЭС</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table> <div>14. Расшифруйте аббревиатуру ЕЭС: * 5 баллов</div> <div>Мой ответ</div> |                          | механической<br>энергии   | тепловой<br>энергии   | электрической<br>энергии | электроэнергии<br>и тепла | химической<br>энергии | ядер-<br>энерг | АЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | КЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | СЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ВЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ГЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ТЭЦ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  | АЭС | ГЭС | КЭС | ТЭС | ТЭЦ | химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | механическую<br>энергию воды в<br>электрическую<br>энергию | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию или<br>электрическую<br>энергию и тепло | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | энергию<br>деления ядер<br>атомов в<br>электрическую<br>энергию | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию и тепло | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  | 58-62% | 19-21% | 17...20% | менее 0,5% | АЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ГЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ВЭС и СЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ТЭС | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|                                                                                                        | механической<br>энергии | тепловой<br>энергии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | электрической<br>энергии | электроэнергии<br>и тепла | химической<br>энергии | ядер-<br>энерг           |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| АЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| КЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| СЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ВЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ГЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ТЭЦ                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>    |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                        | АЭС                     | ГЭС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | КЭС                      | ТЭС                       | ТЭЦ                   |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию                                         | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| механическую<br>энергию воды в<br>электрическую<br>энергию                                             | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию или<br>электрическую<br>энергию и тепло | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| энергию<br>деления ядер<br>атомов в<br>электрическую<br>энергию                                        | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| химическую<br>энергию<br>топлива в<br>электрическую<br>энергию и тепло                                 | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                        | 58-62%                  | 19-21%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 17...20%                 | менее 0,5%                |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| АЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ГЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ВЭС и СЭС                                                                                              | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |
| ТЭС                                                                                                    | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="radio"/>    | <input type="radio"/>     |                       |                          |                           |                       |                |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |  |     |     |     |     |     |                                                                |                       |                       |                       |                       |                       |                                                            |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |                                                                        |                       |                       |                       |                       |                       |  |        |        |          |            |     |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |           |                       |                       |                       |                       |     |                       |                       |                       |                       |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>Энергетика - это область народного хозяйства, науки и техники, охватывающая энергетические ресурсы, производство, передачу, преобразование, аккумулирование, распределение и потребление ... 5 баллов</p> <p>•</p> <p><input type="radio"/> тепловой энергии</p> <p><input type="radio"/> различных видов энергии</p> <p><input type="radio"/> первичной энергии</p> <p><input type="radio"/> электрической энергии</p> <p><input type="radio"/> вторичной энергии</p> <p><input type="radio"/> электрической энергии и тепла</p> <p>15.</p> <p>ЕЭС состоит из 71 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют ... ОЭС. 5 баллов</p> <p><input type="radio"/> 5</p> <p><input type="radio"/> 7</p> <p><input type="radio"/> 9</p> <p><input type="radio"/> 12</p> <p><input type="radio"/> 14</p> <p>16.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### **КМ-2. Контрольная работа «Расчет термодинамических процессов в элементах ГТУ с учетом теплофизических свойств рабочих сред»**

**Формы реализации:** Письменная работа

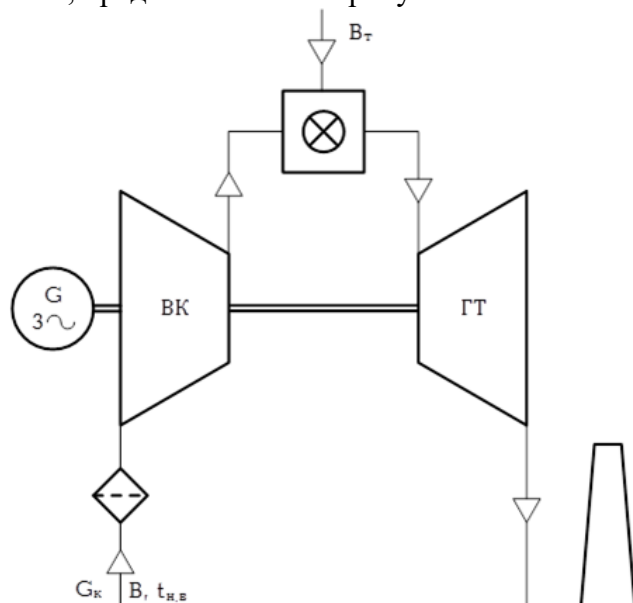
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не более 45 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств стандартного сухого воздуха и чистых продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива на основе учебника Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций. / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний. М.: Издательский дом МЭИ, 2018.

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать процесс расширения продуктов сгорания в проточной части газовой турбины ГТУ, представленной на рисунке.



Определить теплофизические свойства ( $c_{pg}$ ,  $m_g$ ,  $R_{pg}$ ) продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива при их расширении в проточной части газовой турбины, если температура газов  $t_c = 1150^\circ\text{C}$ , степень повышения давления компрессора  $\varepsilon = 16$ , коэффициент  $\lambda = 0,95$ .

Чему равна температура газов за ГТ и ее внутренняя мощность, если расход продуктов сгорания на выходе из КС составляет  $G_2 = 138 \text{ кг/с}$ ?

Принять коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 3,83$ . Недостающими величинами задаться самостоятельно.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                     | Вопросы/задания для проверки                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные типы энергетических установок и их место в энергетике | 1. Изобразить процесс расширения продуктов сгорания в $h,s$ -диаграмме в проточной части газовой турбины ГТУ. |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи, либо не более одного параметра определено по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо правильно решено не менее 80% задачи, либо не более двух параметров определено по справочным данным не верно; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены

ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно решено менее 80% задачи, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче.

## **КМ-2. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

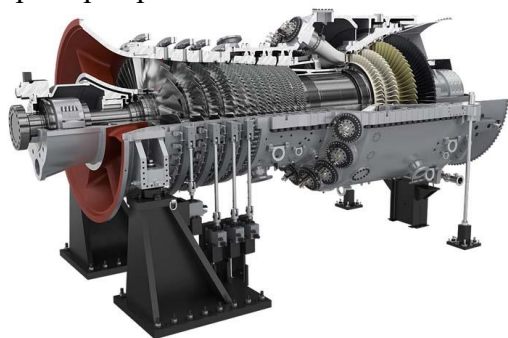
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

### **Краткое содержание задания:**

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной конструкции ГТУ.

Пример варианта ГТУ:



### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Из каких основных конструктивных узлов состоит ГТУ?</li><li>2. Укажите основные элементы осевого компрессора ГТУ.</li><li>3. Какие элементы проточной части охлаждаются в газовой турбине?</li><li>4. Как изменяется температура рабочего тела по проточной части ГТУ.</li><li>5. Какие узлы определяют положение ротора в корпусе ГТУ?</li><li>6. Из каких элементов состоит простейший одноступенчатый компрессор?</li></ol> |

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*



*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 («неудовлетворительно»), если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

### **КМ-3. Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание на типовой расчет выдается не позднее 6 недели. Срок выполнения 1 пункта типового расчета - до 8 недели. Оценивается правильность выполнения пункта в установленные сроки.

#### **Краткое содержание задания:**

**Задание:** рассчитать параметры тепловой схемы простой энергетической ГТУ, характеристики ее экономичности, расходы рабочего тела через агрегаты, мощности турбины и компрессора.

**Исходные данные** для расчета определяются по соотношениям:

1. Мощность приводимого агрегата  $N = 10(3 + n)$ , МВт;
2. Температура газов перед турбиной  $t_c = 1000 + 25(2 + n)$ , °С;
3. Начальная температура воздуха  $t_a = (n - 16)$ , °С;

где  $n$  – номер студента в учебном журнале.

Остальными величинами необходимо обоснованно задаваться в процессе выполнения расчета.

В результате расчета должны быть **определены:**

- 1) зависимости полезной работы цикла, коэффициента полезной работы и абсолютного внутреннего КПД от степени повышения давления, на основании чего выбирается ее «оптимальное» значение;
- 2) параметры в характерных точках тепловой схемы ( $a', a, b, c, d$ ): давление, энтальпия и температура;
- 3) относительный расход топлива и коэффициент избытка воздуха;
- 4) расходы: топлива, воздуха через компрессор, газов через турбину;
- 5) мощности воздушного компрессора и газовой турбины;
- 6) основные экономические показатели ГТУ без учета и с учетом охлаждения газовой турбины (удельная работа, абсолютный электрический КПД, удельные расходы теплоты и топлива).

#### **Краткие методические указания**

1. Топливо: стандартное углеводородное (85% углерода и 15% водорода).
2. Сухой воздух («стандартный» химический состав).

3. Выбор «оптимального» значения степени повышения давления в компрессоре проводится обосновано в зависимости от назначения ГТУ: пикового, базового или универсального.

4. Расчет характеристик ГТУ ( $H$ ,  $\varphi$  и  $\eta_i$ ) в зависимости от степени повышения давления в цикле осуществляется при физических характеристиках рабочих сред, не зависящих от температуры; все последующие расчеты – по средним в фактическом диапазоне изменения температур.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред | 1.1. Построить зависимости полезной работы цикла, коэффициента полезной работы и абсолютного внутреннего КПД от степени повышения давления, на основании чего выбирается ее «оптимальное» значение. |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункт сделан полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях, которые не влияют на последующие расчеты в данном пункте; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункт сделан полностью верно с опозданием не более чем на 2 недели и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункт сделан полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в расчете присутствуют ошибки, влияющие на последующие расчеты в данном пункте.

#### КМ-3. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** К защите типового расчета допускаются обучающиеся, правильно выполнившие п. 6 типового расчета. Время опроса - не более 15 мин.

#### Краткое содержание задания:

На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному типовому расчету.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
|---------------------------------------------------|------------------------------|

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1. Для чего применяют промежуточные подогрев рабочего тела и охлаждение воздуха в ГТУ?<br>2. К чему приводит применение промежуточного охлаждения воздуха в ГТУ с регенераци-ей?<br>3. Влияние гидравлического сопротивления, утечек и механического КПД. |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

#### КМ-4. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

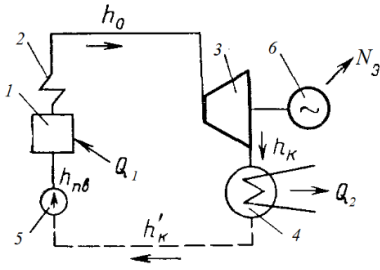
#### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 18 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
|---------------------------------------------------|------------------------------|

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | результаты            | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |                       |                       |                       |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---|---|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки |                       | <div><div>Паротурбинный агрегат - это совокупность: *</div><div>5 баллов</div><div><div><div><input type="radio"/> паровой турбины и вспомогательного оборудования</div><div><input type="radio"/> паропроизводящей установки и электрического генератора</div><div><input type="radio"/> паровой турбины и машины, приводимой ею в действие</div><div><input type="radio"/> паропроизводящей установки и паровой турбины</div><div><input type="radio"/> паросиловой установки и электрического генератора</div><div><input type="radio"/> вращающихся и неподвижных элементов, объединенных корпусом</div></div></div><div>1.</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |                       |                       |                       |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                 |                       | <div><div>Расшифруйте аббревиатуру ПЕ: *</div><div>5 баллов</div><div><div>Мой ответ</div></div></div> <div>2.</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                       |                       |                       |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                 |                       | <div><div>Укажите наименования элементов тепловой схемы ПСУ, представленной на рисунке. *</div><div>6 баллов</div><div></div><table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>ЭГ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПН</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПТ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПК</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПЕ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>К</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table><div>3.</div></div> |                       | 1                     | 2                     | 3                     | 4 | 5 | 6 | ЭГ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПН | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПТ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПК | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПЕ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | К | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|                                                                                                 | 1                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ЭГ                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПН                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПТ                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПК                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПЕ                                                                                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| К                                                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### **КМ-4. Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп.2-5 типового расчета - до 12 недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки. Для выполнения пп.2-5 Типового расчета требуются справочные данные теплофизических свойств стандартного сухого воздуха и чистых продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива, приведенные в учебнике Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций. / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний. М.: Издательский дом МЭИ, 2018.

**Краткое содержание задания:**

Приведено в КМ-3.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред | 1.3. Определить относительный расход топлива и коэффициент избытка воздуха.<br>2.4. Определить расходы: топлива, воздуха через компрессор, газов через турбину.<br>3.5. Рассчитать мощности воздушного компрессора и газовой турбины. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях какого либо из пунктов, которые не влияют на последующие расчеты в данном пункте(ах); либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 2 недели и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в расчете присутствуют ошибки, влияющие на последующие расчеты в каком-либо из пунктов.

## КМ-5. Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не более 45 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 и  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара").

### Краткое содержание задания:

Определить располагаемые теплоперепады ЦВД и ЦНД, а также термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:

$p_0 = 12,75$  МПа;

$p_{nn} = 2,45$  МПа;

$t_0 = t_{nn} = 565$  °С;

$p_k = 5,0$  кПа.

Определить электрическую мощность и электрический КПД данной турбоустановки, если известно: расход пара  $G = 165$  кг/с, относительные внутренние КПД цилиндров  $\eta_{oiЦВД} = \eta_{oiЦНД} = 0,85$ , механический КПД турбоагрегата  $\eta_m = 0,96$ , КПД электрогенератора  $\eta_{э.г} = 0,995$ .

Как изменится термический КПД цикла при падении вакуума в конденсаторе до 93%?

Изобразить принципиальную схему ПТУ согласно исходным данным и ее действительный тепловой цикл в  $T,s$ -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в  $h,s$ -диаграмме.

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1. Изобразить принципиальную схему ПТУ согласно исходным данным и ее действительный тепловой цикл в $T,s$ -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в $h,s$ -диаграмме. |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо правильно решено не менее 80% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 80% задачи, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче.

#### КМ-6. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12,5

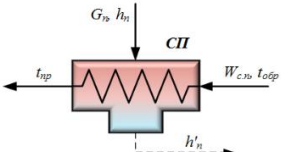
Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

#### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                              | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок</p> | <div data-bbox="963 994 1417 1599"> <p>Тепловая мощность сетевого подогревателя может быть рассчитана по уравнению: *</p> <p>10 баллов</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; width: 45%;"> <math display="block">Q_m = G_n (h_n - h'_n)</math> <p><input type="checkbox"/> Вариант 4</p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; width: 45%;"> <math display="block">Q_m = W_{c,sp} c_{p,вод} (t_{n,sp} - t_{c,sp})</math> <p><input type="checkbox"/> Вариант 1</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; width: 45%;"> <math display="block">Q_m = W_{c,sp} c_{p,вод} (t_{c,sp} - t_{n,sp})</math> <p><input type="checkbox"/> Вариант 2</p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; width: 45%;"> <math display="block">Q_m = G_n (h_{np} - h'_n)</math> <p><input type="checkbox"/> Вариант 3</p> </div> </div> </div> <p>1.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### КМ-7. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС»

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | 1.<br><div>Расшифруйте аббревиатуру ВВЭР: *</div> <div>4 балла</div> <div>Мой ответ</div> |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### КМ-8. Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не более 90 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника



А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1  
и  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара").

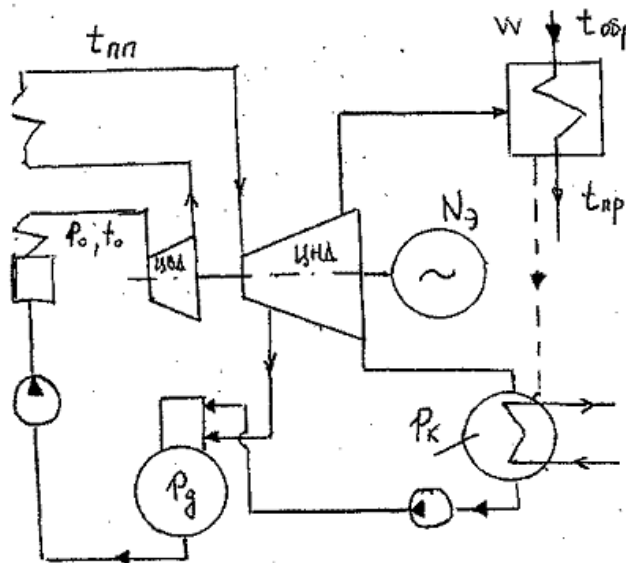
### Краткое содержание задания:

ПТУ спроектирована на параметры: расход пара  $G=80$  кг/с,  $p_0=21,0$  МПа,  $t_0=530$  °С,  $t_{nn}=520$  °С,  $p_k=5$  кПа, с деаэратором.

Температура питательной воды  $t_{пв}=200$  °С.

Из ЧНД выполнен отбор для нагрева сетевой воды от температуры  $t_{обп}=25$  °С, с давлением  $p_{отб}=0,2$  МПа, расход пара  $G_{отб}=1,5$  кг/с.

Коэффициенты полезного действия:  $\eta_k=0,94$ ,  $\eta_{oiЧВД}=0,89$ ,  $\eta_{oiЧНД}=0,86$ ,  $\eta_{мех}=0,98$ ,  $\eta_{эг}=0,99$ .



### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1.Необходимыми величинами необходимо обоснованно задаться в процессе расчета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок                       | 1. Определить параметры пара за ЧВД, перед и за ЧНД.<br>2.Определить параметры питательной воды и конденсата, давление в деаэраторе, температуру прямой сетевой воды $t_{пр}$ .<br>3.Рассчитать расход сетевой воды $W$ , электрическую мощность турбины и тепловую нагрузку.<br>4.Рассчитать коэффициент использования топлива и коэффициент выработки электроэнергии на тепловом потреблении. |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4 («хорошо»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена в целом верно, но присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо не доделан последний пункт задания; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо не выполнен последний пункт задания, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат более чем на 10%.

### **КМ-13. Коллоквиум «Тепловая схема реальной ПТУ. Устройство паровой турбины»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

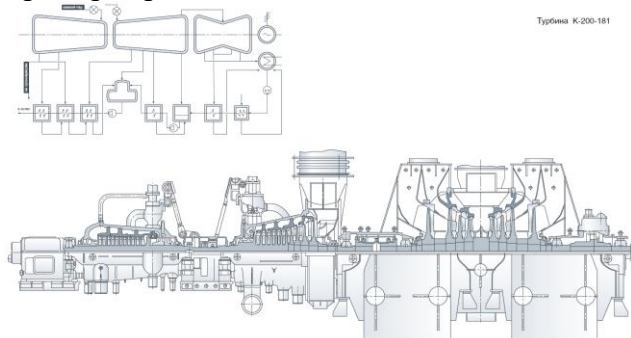
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной тепловой схеме ПТУ и устройству ее паровой турбины.

Пример варианта задания:



#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                     | Вопросы/задания для проверки                               |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Знать: основные типы энергетических установок и их место в энергетике | 1. Чем отличаются паропроизводящие установки на ТЭС и АЭС? |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

## **10 семестр**

### **КМ-1. Контрольная работа «Расчет технико-экономических показателей газотурбинной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит две задачи. Время выполнения - не более 60 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

##### **Задача 1**

Как изменяться удельная работа сжатия, внутренняя мощность компрессора простой энергетической ГТУ и температура воздуха за ним, а также расход топлива, подаваемого в КС, при повышении температуры окружающего воздуха с 10 до 25°C и сохранении неизменными степени расширения в ГТ  $\delta=22$  и температуры газа перед турбиной  $t_c=1250^\circ\text{C}$ . Расход продуктов сгорания через проточную часть турбины составляет 194,2 кг/с.

Потери давления в камере сгорания  $\Delta p_{кс}=46$  кПа, за ГТ  $\Delta p_{дт}=2$  кПа; остальными гидравлическими сопротивлениями пренебречь. Барометрическое давление  $B=740$  мм рт.ст.

Изобразить на одной  $T,s$ -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после изменения температуры воздуха) согласно исходным данным.

Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и продуктов сгорания не зависящими от температуры.

##### **Задача 2**

Определить удельную полезную работу, коэффициент полезной работы и абсолютный внутренний КПД простой энергетической ГТУ, спроектированной из условия обеспечения ее максимальной экономичности.

Для расчета заданы следующие величины:

$t_a=0$ ;

$\tau=5,5$ ;

$\lambda=0,94$ .

Определить во сколько раз степень повышения давления, при которой достигается максимум удельной полезной работы, меньше степени повышения давления, при которой достигается максимальная эффективность ГТУ.

Изобразить зависимости удельной полезной работы и коэффициента полезной работы от степени повышения давления в компрессоре.

Недостающими величинами задаться самостоятельно. Считать теплоемкости воздуха и продуктов сгорания не зависящими от температуры.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | 1.Изобразить на одной $T,s$ -диаграмме тепловые циклы ГТУ (до и после изменения температуры воздуха) согласно исходным данным. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если обе задачи решены полностью и верно, без недочетов и правильно изображены требуемые зависимости; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задачи решены в целом верно и правильно изображены требуемые зависимости: либо не доделано не более 10% какой-либо задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях одной из задач, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в целом верно изображены требуемые зависимости или отсутствуют требуемые зависимости в какой-либо из задач и либо правильно решено не менее 80% каждой задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки в одной из задач, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях каждой из задач, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не правильно изображены или отсутствуют требуемые зависимости и правильно решено менее 80% каждой из задач, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в каждой из задач.

**КМ-2. Коллоквиум «Конструкция элементов ГТУ»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

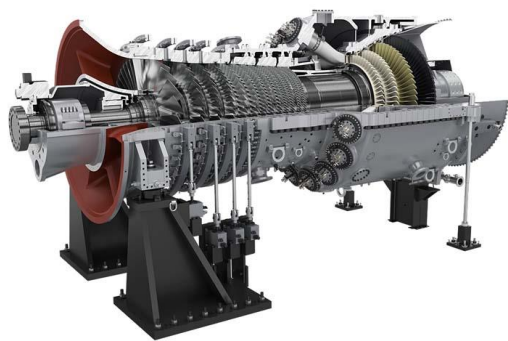
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время на подготовку - не более 30 мин. Время опроса - не более 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

На коллоквиуме обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по заданной конструкции ГТУ.

Пример варианта ГТУ:



### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из каких основных конструктивных узлов состоит ГТУ?</li> <li>2. Укажите основные элементы осевого компрессора ГТУ.</li> <li>3. Какие элементы проточной части охлаждаются в газовой турбине?</li> <li>4. Как изменяется температура рабочего тела по проточной части ГТУ.</li> <li>5. Какие узлы определяют положение ротора в корпусе ГТУ?</li> <li>6. Из каких элементов состоит простейший одноступенчатый компрессор?</li> </ol> |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 («неудовлетворительно»), если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

### КМ-3. Выполнение п.1 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 0

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание на типовой расчет выдается не позднее 6 недели. Срок выполнения 1 пункта типового расчета - до 8 недели. Оценивается правильность выполнения пункта в установленные сроки.

#### Краткое содержание задания:

**Задание:** рассчитать параметры тепловой схемы простой энергетической ГТУ, характеристики ее экономичности, расходы рабочего тела через агрегаты, мощности турбины и компрессора.

**Исходные данные** для расчета определяются по соотношениям:

1. Мощность приводимого агрегата  $N = 10(3 + n)$ , МВт;
2. Температура газов перед турбиной  $t_c = 1000 + 25(2 + n)$ , °С;
3. Начальная температура воздуха  $t_a = (n - 16)$ , °С;

где  $n$  – номер студента в учебном журнале.

Остальными величинами необходимо обоснованно задаваться в процессе выполнения расчета.

В результате расчета должны быть **определены:**

- 1) зависимости полезной работы цикла, коэффициента полезной работы и абсолютного внутреннего КПД от степени повышения давления, на основании чего выбирается ее «оптимальное» значение;
- 2) параметры в характерных точках тепловой схемы ( $a', a, b, c, d$ ): давление, энтальпия и температура;
- 3) относительный расход топлива и коэффициент избытка воздуха;
- 4) расходы: топлива, воздуха через компрессор, газов через турбину;
- 5) мощности воздушного компрессора и газовой турбины;
- 6) основные экономические показатели ГТУ без учета и с учетом охлаждения газовой турбины (удельная работа, абсолютный электрический КПД, удельные расходы теплоты и топлива).

#### Краткие методические указания

1. Топливо: стандартное углеводородное (85% углерода и 15% водорода).
2. Сухой воздух («стандартный» химический состав).
3. Выбор «оптимального» значения степени повышения давления в компрессоре проводится обосновано в зависимости от назначения ГТУ: пикового, базового или универсального.
4. Расчет характеристик ГТУ ( $H, \varphi$  и  $\eta_i$ ) в зависимости от степени повышения давления в цикле осуществляется при физических характеристиках рабочих сред, не зависящих от температуры; все последующие расчеты – по средним в фактическом диапазоне изменения температур.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред | 1.1. Построить зависимости полезной работы цикла, коэффициента полезной работы и абсолютного внутреннего КПД от степени повышения давления, на основании чего выбирается ее «оптимальное» значение. |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если пункт сделан полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях, которые не влияют на последующие расчеты в данном пункте; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункт сделан полностью верно с опозданием не более чем на 2 недели и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункт сделан полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в расчете присутствуют ошибки, влияющие на последующие расчеты в данном пункте.

### **КМ-3. Выполнение п.6 и защита типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** К защите типового расчета допускаются обучающиеся, правильно выполнившие п. 6 типового расчета. Время опроса - не более 15 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному типовому расчету.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1.Для чего применяют промежуточные подогрев рабочего тела и охлаждение воздуха в ГТУ?<br>2.К чему приводит применение промежуточного охлаждения воздуха в ГТУ с регенераци-ей?<br>3.Влияние гидравлического сопротивления, утечек и механического КПД. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов.

#### КМ-4. Тест «Тепловые циклы и схемы паротурбинных установок»

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

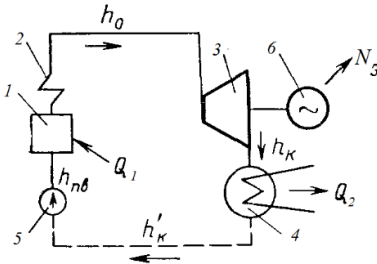
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 18 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |                       |                       |                       |                       |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | <div><div>Паротурбинный агрегат - это совокупность: *</div><div>5 баллов</div><div><div><div><input type="radio"/> паровой турбины и вспомогательного оборудования</div><div><input type="radio"/> паропроизводящей установки и электрического генератора</div><div><input type="radio"/> паровой турбины и машины, приводимой ею в действие</div><div><input type="radio"/> паропроизводящей установки и паровой турбины</div><div><input type="radio"/> паросиловой установки и электрического генератора</div><div><input type="radio"/> вращающихся и неподвижных элементов, объединенных корпусом</div></div></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                       |                       |                       |                       |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                 | <div><div>1.</div><div><div>Расшифруйте аббревиатуру ПЕ: *</div><div>5 баллов</div><div><div>Мой ответ</div><div></div></div></div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |                       |                       |                       |                       |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                 | <div><div>2.</div><div><div><div>Укажите наименования элементов тепловой схемы ПСУ, представленной на рисунке. *</div><div>6 баллов</div><div><div></div><div><table><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>ЭГ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПН</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПТ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПК</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>ПЕ</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td>К</td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td><td><input type="radio"/></td></tr></table></div></div></div></div></div> |                       | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5 | 6 | ЭГ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПН | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПТ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПК | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | ПЕ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | К | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|                                                                                                 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ЭГ                                                                                              | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПН                                                                                              | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПТ                                                                                              | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПК                                                                                              | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| ПЕ                                                                                              | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
| К                                                                                               | <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|                                                                                                 | <div><div>3.</div></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |                       |                       |                       |                       |   |   |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |    |                       |                       |                       |                       |                       |                       |   |                       |                       |                       |                       |                       |



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

**КМ-4. Выполнение пп.2-5 типового расчета «Расчет тепловой схемы энергетической ГТУ»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 0**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп.2-5 типового расчета - до 12 недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки. Для выполнения пп.2-5 Типового расчета требуются справочные данные теплофизических свойств стандартного сухого воздуха и чистых продуктов сгорания стандартного углеводородного топлива, приведенные в учебнике Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций. / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний. М.: Издательский дом МЭИ, 2018.

**Краткое содержание задания:**

Приведено в КМ-3.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах газотурбинных установок с учетом теплофизических свойств рабочих сред | 1.3. Определить относительный расход топлива и коэффициент избытка воздуха.<br>2.4. Определить расходы: топлива, воздуха через компрессор, газов через турбину.<br>3.5. Рассчитать мощности воздушного компрессора и газовой турбины. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях какого либо из пунктов, которые не влияют на последующие расчеты в данном пункте(ах); либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 2 недели и не более чем со второй попытки.

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в расчете присутствуют ошибки, влияющие на последующие расчеты в каком-либо из пунктов.

### **КМ-5. Контрольная работа «Влияние параметров пара на основные показатели цикла ПТУ. Основные экономические показатели паротурбинной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не более 45 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 и  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара").

#### **Краткое содержание задания:**

Определить располагаемые теплоперепады ЦВД и ЦНД, а также термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:

$p_0=12,75$  МПа;

$p_{nn}=2,45$  МПа;

$t_0=t_{nn}= 565$  °С;

$p_k = 5,0$  кПа.

Определить электрическую мощность и электрический КПД данной турбоустановки, если известно: расход пара  $G=165$  кг/с, относительные внутренние КПД цилиндров  $\eta_{oiЦВД}=\eta_{oiЦНД}=0,85$ , механический КПД турбоагрегата  $\eta_m=0,96$ , КПД электрогенератора  $\eta_{э.г}= 0,995$ .

Как изменится термический КПД цикла при падении вакуума в конденсаторе до 93%?

Изобразить принципиальную схему ПТУ согласно исходным данным и ее действительный тепловой цикл в  $T,s$ -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в  $h,s$ -диаграмме.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1.Изобразить принципиальную схему ПТУ согласно исходным данным и ее действительный тепловой цикл в $T,s$ -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в $h,s$ -диаграмме. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо правильно решено не менее 80% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно решено менее 80% задачи, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче.

#### **КМ-6. Тест «Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии»**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---------------------------------------------------|------------------------------|

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | <div> <div>Тепловая мощность сетевого подогревателя может быть рассчитана по уравнению: *</div> <div>10 баллов</div> <div> </div> <div> <div> <math display="block">Q_m = G_n (h_n - h'_n)</math> <input type="checkbox"/> Вариант 4 </div> <div> <math display="block">Q_m = W_{с.в.} c_{p, вод} (t_{сп} - t_{с.в.})</math> <input type="checkbox"/> Вариант 1 </div> </div> <div> <div> <math display="block">Q_m = W_{с.в.} c_{p, вод} (t_{с.в.} - t_{сп})</math> <input type="checkbox"/> Вариант 2 </div> <div> <math display="block">Q_m = G_n (h_{сп} - h'_n)</math> <input type="checkbox"/> Вариант 3 </div> </div> </div> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### КМ-7. Тест «Особенности паросиловых установок АЭС»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 12,5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Время выполнения - не более 20 минут. При выполнении тестового задания могут использоваться справочные данные справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1.

#### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 17 вопросов.

Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 100.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы термодинамических процессов, происходящих в элементах паросиловых установок | 1.<br><div> Расшифруйте аббревиатуру ВВЭР: * <div>4 балла</div> <div>Мой ответ</div> </div> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 90% от максимального количества баллов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 75% от максимального количества баллов.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано менее 60% от максимального количества баллов.

#### **КМ-8. Контрольная работа «Расчет тепловой схемы и технико-экономических показателей паросиловой установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 12,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения - не более 90 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А. А. Александров, Б. А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 и  $h,s$  - диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара").

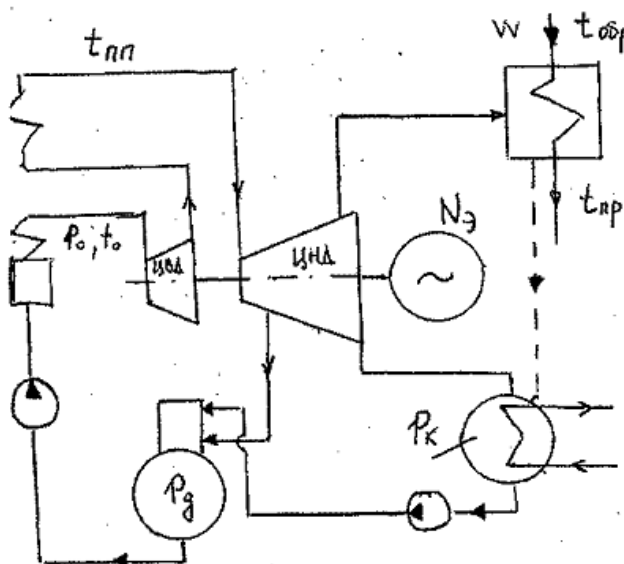
#### **Краткое содержание задания:**

ПТУ спроектирована на параметры: расход пара  $G=80$  кг/с,  $p_0=21,0$  МПа,  $t_0=530$  °С,  $t_{nn}=520$  °С,  $p_k=5$  кПа, с деаэратором.

Температура питательной воды  $t_{пв}=200$  °С.

Из ЧНД выполнен отбор для нагрева сетевой воды от температуры  $t_{обп}=25$  °С, с давлением  $p_{отб}=0,2$  МПа, расход пара  $G_{отб}=1,5$  кг/с.

Коэффициенты полезного действия:  $\eta_k=0,94$ ,  $\eta_{oiЦВД}=0,89$ ,  $\eta_{oiЦНД}=0,86$ ,  $\eta_{мех}=0,98$ ,  $\eta_{эг}=0,99$ .



### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы рабочих процессов, происходящих в элементах газотурбинной установки | 1.Необходимыми величинами необходимо обоснованно задаться в процессе расчета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Уметь: рассчитывать тепловые процессы в элементах паротурбинных установок                       | 1. Определить параметры пара за ЧВД, перед и за ЧНД.<br>2.Определить параметры питательной воды и конденсата, давление в деаэраторе, температуру прямой сетевой воды $t_{пр}$ .<br>3.Рассчитать расход сетевой воды $W$ , электрическую мощность турбины и тепловую нагрузку.<br>4.Рассчитать коэффициент использования топлива и коэффициент выработки электроэнергии на тепловом потреблении. |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно, но присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо не доделан последний пункт задания; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо не выполнен последний пункт задания, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или

записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат более чем на 10%.

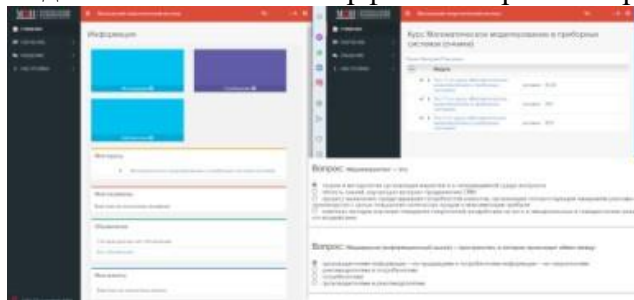
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 9 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



### Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов:

1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-2 Демонстрирует возможность разрабатывать проекты и проектные решения энергетических объектов, участвует в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов

#### **Вопросы, задания**

1. Определить параметры рабочего тела перед и за компрессорами, перед и за турбиной.
2. Определить расходы воздуха и топлива, внутренние мощности КНД, КВД и газовой турбины.
3. Определить коэффициент использования топлива и удельный расход условного топлива на производство 1 кВт·ч электроэнергии.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Задания формируются случайным образом из базы заданий. В тестирование включены теоретические вопросы, предполагающие либо выбор одного верного ответа из предложенных, либо нескольких верных ответов из предложенных вариантов, и задания свободного изложения и(или) небольшие вычислительные задачи на основе КМ
2. Задания формируются случайным образом из базы заданий. В тестирование включены теоретические вопросы, предполагающие либо выбор одного верного ответа из



предложенных, либо нескольких верных ответов из предложенных вариантов, и задания свободного изложения и(или) небольшие вычислительные задачи на основе КМ

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задача решена в целом верно, но присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 5%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо не доделан последний пункт задания; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если, либо не выполнен последний пункт задания, либо записан правильный ответ, но решение отсутствует или записаны уравнения, не имеющие отношения к физическим явлениям и процессам, которые рассмотрены в данной задаче.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

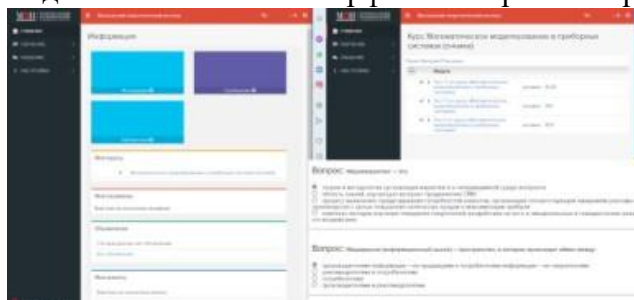
Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

### **10 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### **Пример билета**

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



### **Процедура проведения**

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов:

1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)

3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

### ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-2 Демонстрирует возможность разрабатывать проекты и проектные решения энергетических объектов, участвует в эксплуатации энергетических систем, оборудования, ведении режимов

#### **Вопросы, задания**

1.Примеры теоретических вопросов:

1. Термодинамический цикл паросиловой установки.
2. Термодинамические процессы в элементах ПТУ и их расчет.
3. Показатели тепловой экономичности паровых турбин и турбоустановок.
4. Мощности и КПД турбин и паротурбинных установок
5. Влияние начальных значений давления и температуры на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
6. Влияние конечного давления на термический и абсолютный внутренний КПД цикла ПТУ.
7. Роль и назначение промежуточного перегрева пара в ПТУ. Его влияние на КПД ПТУ.
8. Выбор начальных и конечных параметров пара и промежуточного перегрева пара при проектировании тепловой схемы.
9. Регенеративный подогрев питательной воды.
10. Регенеративный цикл и его преимущества.
11. Регенеративный цикл с одним подогревателем.
12. Конденсационные установки паровых турбин. Тепловые процессы в конденсаторе.
13. Понятие о теплофикации. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла.
14. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки. Показатели качества работы ТЭЦ.
15. Выбор начальных параметров пара АЭС. Сепарация и промежуточный перегрев.

2.Примеры практических задач:

#### **Задача № 1**

Определить внутреннюю мощность ЦВД паровой турбины, имеющего отбор пара в систему регенерации при давлении 6 МПа. Доля отбираемого пара составляет  $\alpha_{отб}=0,065$ .

Известны параметры пара перед первой ступенью турбины:  $p_0=23,5$  МПа;  $t_0=560^\circ\text{C}$ . Пар после ЦВД направляется на промежуточный перегрев при давлении 4 МПа с расходом 270 кг/с.

Недостающими величинами задаться самостоятельно.

#### **Задача № 2**

Определить термический КПД паротурбинного цикла при следующих параметрах пара:

$p_0=3,5$  МПа;

сухой насыщенный пар;

$p_k=0,04$  бар.

Определить электрическую мощность, удельные расходы пара и теплоты данной ПТУ, если известно: расход пара  $G=300$  кг/с, относительный внутренний КПД турбины  $\eta_{oi}=0,86$ , механический КПД турбоагрегата  $\eta_m=0,986$ , КПД электрогенератора  $\eta_{э.г}=0,98$ . Изобразить принципиальную схему и действительный тепловой цикл данной ПТУ в  $T,s$ -диаграмме, построить процесс расширения пара в турбине в  $h,s$ -диаграмме.

### Задача № 3

Найти параметры пара (энтальпию и степень влажности) за последней ступенью ЦВД турбины АЭС. Начальные параметры пара:  $p_0=6,5$  МПа;  $x_0=0,99$ . Давление пара за цилиндром высокого давления составляет  $p_{разд}=1,3$  МПа.

Для оценки относительного внутреннего КПД группы ступеней ЦВД использовать следующую формулу:

$$\eta_{oi}=0,89[1-0,8(y_0+y_k)/2],$$

где  $y_0$  – влажность на входе в группу ступеней,  $y_k$  – влажность на выходе из группы ступеней.

### Задача № 4

Определить параметры в отборе пара и его расход на ПНД-7 смешивающего типа из цилиндра низкого давления, если известны параметры пара перед и за ЦНД:

$$p_{0цнд}=0,16 \text{ МПа};$$

$$t_{0цнд}=209,6^\circ\text{C};$$

$$p_k=3,5 \text{ кПа}.$$

На вход в ПНД-7 поступает конденсат из конденсатора с расходом 117 кг/с. Температура конденсата на выходе из ПНД-7 составляет  $57,5^\circ\text{C}$ .

Потерей давления в паропроводе на ПНД пренебречь.

Другими недостающими величинами задаться самостоятельно.

### Задача № 5

Паротурбинная установка К-220-130 имеет нерегулируемый отбор пара для подогрева сетевой воды. Определить расход сетевой воды, подогреваемой в сетевом подогревателе, если известно: температура прямой сетевой воды составляет  $87^\circ\text{C}$ , а обратной –  $55^\circ\text{C}$ .

Расход пара на подогреватель сетевой воды составляет 4,36 кг/с.

Отбор выполняется из ЦНД параметры пара, перед которым составляют:  $p_{0цнд}=0,16$  МПа и  $t_{0цнд}=209,6^\circ\text{C}$ . Давление в конденсаторе равно 3,5 кПа. Относительный внутренний КПД ЦНД рассматриваемой турбины составляет 0,84.

Потерей давления в паропроводе на сетевой подогреватель пренебречь.

Другими недостающими величинами задаться самостоятельно.

3.Примеры теоретических вопросов:

1. Сравнительный анализ энергетических установок различного типа. Достигнутый уровень экономичности энергетических установок и перспективы их развития.
2. Понятие о паросиловой, паропроизводящей и паротурбинной установках. Преимущества и недостатки ПТУ.
3. Устройство, схема и принцип работы ПСУ.
4. Нагрев воды в регенеративной системе ПТУ. Тепловая схема реальной ПТУ.
5. Общее представление о тепловой электростанции. Основное оборудование ТЭС.
6. Основное и вспомогательное оборудование ТЭС.
7. Назначение, принцип работы, схемы включения и конструкции теплообменных аппаратов, деаэраторов.
8. Ресурсы, потребляемые АЭС, ее продукция и отходы производства.
9. Принципиальная схема ядерного реактора. Основные особенности и отличия энергетических реакторов типа ВВЭР и РБМК.

10. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС с реакторами различных типов.
11. Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС.
12. Устройство водоподогревательной установки ТЭЦ.
13. Паротурбинные установки: конденсационные, теплофикационные и с противодавлением.
14. Типы паровых турбин и области их использования.
15. Устройство и конструкция основных узлов паровой турбины.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Задания формируются случайным образом из базы заданий. В тестирование включены теоретические вопросы, предполагающие либо выбор одного верного ответа из предложенных, либо нескольких верных ответов из предложенных вариантов, и задания свободного изложения и(или) небольшие вычислительные задачи на основе КМ

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»).

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.